

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نجوم و فضا

فرهنگ‌نامه

ویرایش دوم



تاریخ نجوم

نجوم در دوران باستان ۶

منجمان ایرانی در دورهٔ اسلامی ۸

تاریخچهٔ ابزارهای نجومی ۱۰

مشاهدهٔ کیهان

تلسکوپ‌های رصدخانه ای ۱۴

رصدخانه ها ۱۶

طرح‌های جدید و بزرگ‌ترین رصدخانه‌های جهان ۱۸

تلسکوپ‌های فضایی ۲۰

شاهکارهای هابل ۲۲

ستاره‌شناسی نور مرئی ۲۴

ستاره‌شناسی فروسرخ ۲۶

ستاره‌شناسی رادیویی ۲۸

ستاره‌شناسی فرابنفش ۳۰

ستاره‌شناسی پرتو ایکس ۳۲

ستاره‌شناسی پرتو گاما ۳۴

تلسکوپ‌های عجیب ۳۶

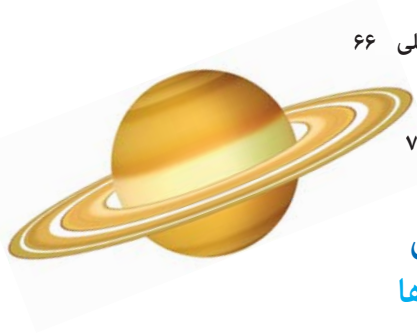
کاوش فضا

موشک‌ها چگونه کار می‌کنند؟ ۴۰

پیش‌رانش موشک ۴۲

پرتابگرهای فضایی ۴۴

مراکز پرتاب ۴۶



ماهواره‌ها و مدارها ۴۸

برنامه‌های فضایی ایران ۵۰

ماهواره‌های مخابراتی ۵۲

ماهواره‌های ناوبری ۵۴

ماهواره‌های هواشناسی ۵۶

ماهواره‌های سنجش از دور ۵۸

ماهواره‌های نظامی ۶۰

پس‌مانده‌های فضایی ۶۲

شاتل فضایی ۶۴

ایستگاه فضایی بین‌المللی ۶۶

زندگی در فضا ۶۸

سفر میانٔ سیاره‌ای ۷۰

منظومهٔ شمسی

سیاره‌ها و قمرها

منظومهٔ شمسی ۷۴

کاوشگرهایی به سوی سیاره‌ها ۷۶

کاوشگران منظومهٔ شمسی ۷۸

تولّد منظومهٔ شمسی ۸۰

زمین ۸۲

سطح زمین ۸۴

جوّ زمین ۸۶

سیارهٔ زنده ۸۸

ماه ۹۰

تأثیرات ماه ۹۲

سطح ماه ۹۴

کاوش ماه ۹۶

سمت نزدیک ماه ۹۸

عطارد (تیر) ۱۰۰

سطح عطارد ۱۰۲

زهره (ناهید) ۱۰۴

جوّ زهره ۱۰۶

سطح زهره ۱۰۸

مریخ (بهرام) ۱۱۰

جست‌وجوی حیات در مریخ ۱۱۲

کاوش در مریخ ۱۱۴

روبات‌ها، مقدمهٔ سفر انسان به مریخ ۱۱۶

سطح مریخ ۱۱۸

سیارک‌ها ۱۲۰

مشتري ۱۲۲

جوّ مشتري ۱۲۴

قمرهای مشتري ۱۲۶

زحل ۱۲۸

حلقه‌های زحل ۱۳۰

قمرهای زحل ۱۳۲

اورانوس ۱۳۴

نپتون ۱۳۶

اعضای دیگر منظومهٔ شمسی ۱۳۸

دنباله‌دارها ۱۴۰

شهاب‌ها ۱۴۲



نجوم و فضا



فرهنگ‌نامهٔ

سروراستار علمی: کاظم کوکرم

نویسندگان: بابک امین‌تفرشی، خاطره بهی، محمدرضا رضائی، کاظم کوکرم، پوریا ناظمی

نویسندگان و مترجمان همکار: رضا امیرارجمند، شادی حامدی‌آزاد،

سید امیر سادات موسوی، آیرین شیوائی

ویراستار ادبی: محمود سالک

عکاسان: امیرحسین ابوالفتح، بهنام افشار، همایون امیریگانه، بابک امین‌تفرشی، اُشین دانیلی‌ذکریان، مسعود صفری، مجید قهرودی، امیر رضا کامکار، حامد کریم‌زاده، مهدی مؤمن‌زاده، علی متین‌فر، مجتبی مقدسی، مهدی ناصری، محمد نوروزی، علیرضا وفا، هاتف همایی

تصویرگران: الهام محبوب، محمد رسول حقانی، فرهاد جمشیدی، امیر نساجی

عنوان و نام پدیدآور:

فرهنگ‌نامهٔ نجوم و فضا/ نویسندگان کاظم کوکرم-- [و دیگران]؛ نویسندگان و مترجمان

همکار شادی حامدی‌آزاد، آیرین شیوائی؛ عکاسان داخلی بابک امین‌تفرشی-- [و دیگران].

مشخصات نشر:

تهران : نشر طلایی، ۱۳۹۳.

مشخصات ظاهری:

۲۸۸ ص: مصور: ۲۸/۵ × ۲۸ س.م.

شابک:

۶-۲۸-۶۲۳۹-۰-۶۷۸

وضعیت فهرست‌نویسی:

فیا

یادداشت:

بخشی از کتاب حاضر ترجمه کتاب "Space encyclopedia" است که قبلا با عنوان

"فرهنگ‌نامه‌ی نجوم و فضا" منتشر شده است.

یادداشت:

نویسندگان کاظم کوکرم، محمدرضا رضایی، خاطره بهی، بابک امین‌تفرشی،

رضا امیرارجمند، پوریا ناظمی.

یادداشت:

عکاسان داخلی بابک امین‌تفرشی، اُشین دانیلی‌ذکریان، هاتف همایی، امیرحسین ابوالفتح،

علیرضا وفا، همایون امیریگانه، مهدی ناصری، مسعود صفری، مهدی مومن‌زاده،

علی متین‌فر، حامد کریم‌زاده.

عنوان دیگر:

فرهنگ‌نامهٔ نجوم و فضا.

موضوع:

نجوم — دایره‌المعارف‌های کودکان و نوجوانان

موضوع:

فضاشناسی — دایره‌المعارف‌های کودکان و نوجوانان

شناسه افزوده:

امین تفرشی، بابک

شناسه افزوده:

حامدی آزاد شادی، ۱۳۵۹ —

شناسه افزوده:

شیوائی، آیرین، ۱۳۴۴—

شناسه افزوده:

کوپر، هیش، ۱۹۴۹ — م. فرهنگ‌نامهٔ نجوم و فضا

ردمبندی کنگره:

QB۱۲/۴۴ ۱۳۹۳

ردمبندی دیویی:

۵۲۰

شماره کتابشناسی ملی:

۳۴۵۷۰۷۷

نشر طلایی

مدیر تولید و برنامه‌ریز: کاظم طلایی

صفحه‌آرا: مرضیه افشاری‌پور

نمایه: بهشید صالحی

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: واژه پرداز اندیشه

شمارگان: ۵۰۰۰ نسخه ، قیمت: ۵۰۰,۰۰۰ ریال

چاپ اول(ویرایش دوم): ۱۳۹۳

شابک: ۶-۲۸-۹۶۶۹-۰-۶۷۸

تلفن: ۶۶۴۱۵۲۳۳، ۶۶۴۸۳۰۶۶-۰۲۱

تلفن همراه: ۰۹۱۲۶۰۱۶۴۱۹

nashre.talaee@gmail.com

www.talaee.ir

همهٔ حقوق چاپ و نشر فرهنگ‌نامهٔ نجوم و فضا، برای نشر طلایی محفوظ است. هرگونه بهره‌برداری از این اثر، به اجازهٔ ناشر نیاز دارد.

شهاب‌سنگ‌ها ۱۴۴

برخوردها ۱۴۶

۵- ستاره‌ها

خورشید؛ ستارهٔ مدل ۱۵۰

سطح خورشید ۱۵۲

جؤ خورشید ۱۵۴

گرفت‌های خورشید ۱۵۶

ویژگی‌های ستاره‌ها ۱۵۸

ستاره‌های متغیر ۱۶۰

ستاره‌ها چه‌قدر دورند؟ ۱۶۲

مقایسهٔ ستاره‌ها ۱۶۴

چرخهٔ زندگی ستاره‌ها ۱۶۶

زادگاه ستارگان ۱۶۸

اجتماعات ستاره‌ای ۱۷۰

خوشه‌های کروی ۱۷۲

منظومه‌های فراخورشیدی ۱۷۴

غول‌های سرخ ۱۷۶

سحابی‌های سیاره‌ها ۱۷۸

آبرنواخترها ۱۸۰

ستاره‌های نوترونی ۱۸۲

سیاه‌چاله‌ها ۱۸۴

درون سیاه‌چاله ۱۸۶

کهکشان‌ها و ورای آن‌ها

راه شیری ۱۹۰



بازوی جبار(بازوی محلی) ۱۹۲

بازوی برساوش ۱۹۴

بازوی قوس ۱۹۶

قلب راه شیری ۱۹۸

گروه محلی ۲۰۰

انواع کهکشان‌ها ۲۰۲

کهکشان‌های برخوردی ۲۰۴

کهکشان‌های فعال ۲۰۶

مقیاس کیهان ۲۰۸

انبساط کیهان ۲۱۰

مهبانگ ۲۱۲

نخستین ۳ دقیقه ۲۱۴

پژواک مهبانگ ۲۱۶

شکل‌گیری کهکشان‌ها ۲۱۸

مادهٔ تاریک ۲۲۰

شکل فضا ۲۲۲

آیندهٔ کیهان ۲۲۴

حیات در دنیا‌های دیگر ۲۲۶

هوشمندان فرازمینی ۲۲۸

ستاره‌شناسی آماتوری

زمین چرخان ۲۳۲

مدار زمین ۲۳۴

ستاره‌شناسی در روز ۲۳۶

آمادگی برای رصد ۲۳۸



ستاره‌شناسی غیر مسلح ۲۴۰

مناظر گوناگون آسمان و هاله‌ها ۲۴۲

نقشه‌های آسمان قطبی ۲۴۴

نقشه‌برداری از آسمان شب ۲۴۶

آسمان نیمکرهٔ شمالی در تابستان و پاییز ۲۴۸

آسمان نیمکرهٔ شمالی در زمستان و بهار ۲۵۰

آسمان نیمکرهٔ جنوبی از شهریورتا بهمن ۲۵۲

آسمان نیمکرهٔ جنوبی از اسفند تا مرداد ۲۵۴

عکاسی از آسمان شب ۲۵۶

ستاره‌شناسی با دوربین دوچشمی ۲۵۸

تلسکوپ‌های شکستی ۲۶۰

تلسکوپ‌های بازتابی ۲۶۲

نام‌های نجومی ۲۶۴

گاه‌شمارنجوم و فضا ۲۶۶

نام‌آوران نجوم و فضا ۲۷۲

واژه‌نامه ۲۸۰

نمایه ۲۸۴

کاوش در اینترنت ۲۸۸



تلسکوپ‌ها، موشک‌ها و فضاپیماها در آتلیهٔ نشر طلایی طراحی و تولید شده‌اند.

در دنیای تلسکوپ‌های عظیم و کاوشگرهای فضایی امروزی، اکتشاف‌های نجومی با چنان سرعتی رخ می‌دهند که منابع آموزشی باید پیوسته به‌روز شوند. به همین دلیل، ما مطالب این کتاب را بر اساس آخرین یافته‌های علمی تا سال ۱۳۹۳ تهیه و تدوین کرده‌ایم.

تلاش گروه مترجمان، نویسندگان، ویراستاران، عکاسان و تصویرسازان فرهنگ‌نامه‌ای که در دست دارید، بر این بوده است که اثر نهایی بیشترین جذابیت را برای علاقه‌مندان به دنیای نجوم داشته باشد؛ همان افرادی که هنوز حس کنجکاوی کودکانه در وجودشان بیدار است، به محض پی بردن به پاسخ یک پرسش بی‌درنگ پرسش تازه‌ای را مطرح می‌کنند و برای فهمیدن پاسخ پرسش‌هایشان بی‌تاب‌اند.

انسان است. پرسش‌هایی چون: آیا ما در کیهان تنها هستیم؟ زمین، منظومهٔ شمسی و کهکشان ما چگونه به‌وجود آمده‌اند؟ جهان ما از چه چیزی تشکیل شده است؟ و هزاران پرسش دیگر. هدف ما از تهیه این فرهنگ‌نامه آشنا کردن شما، خوانندگان عزیز، با مبانی دانش ستاره‌شناسی و رصد آسمان شب بوده است. در ابتدا قرار بود این اثر ترجمه‌ای از آخرین چاپ «فرهنگ‌نامهٔ فضا» (Encyclopedia of Space) از انتشارات DK باشد اما بعد از اضافه شدن بخش‌های جدیدی مانند تاریخ نجوم و ایجاد تغییرات و اصلاحات فراوان، کم‌کم رنگ و بوی یک اثر تألیفی را به خود گرفت. از طرفی، سعی کردیم در این فرهنگ‌نامه برخی از ستاره‌شناسان ایرانی را معرفی کنیم و از تصاویری که بعضی از آنان از آسمان شب برای ما به یادگار گذاشته‌اند، بهرهٔ فراوان ببریم. به این ترتیب، شاید بتوان گفت که این کتاب بین علم ستاره‌شناسی و جامعهٔ ایرانی ارتباط برقرار کرده است. برای مثال، بد نیست بدانید که همهٔ نماهای سه‌بعدی طراحی شده برای

مقدمه

درست همین حالا که مشغول خواندن این مقدمه هستید، با سرعتی بیش از سرعت یک هواپیمای جت به دور مرکز زمین می‌چرخید. البته این اولین سرعت نجومی شماست. چون هم‌زمان، زمین هم با سرعتی صد برابر سرعت صوت شما را به دور خورشید می‌چرخاند و خورشید نیز در سفر کهکشانی‌اش، سیاره‌ها، زمین و همه ما را با سرعتی حدود ۳۰۰ کیلومتر بر ثانیه به دور مرکز راه شیری می‌گرداند.

تصور کنید که در یک دقیقهٔ گذشته، مسافتی بیش از فاصلهٔ تهران تا قطب جنوب را پیموده‌اید و اگر فقط ۲۰ دقیقه صبر کنید، فاصله‌ای برابر با فاصلهٔ زمین تا ماه را در فضا طی خواهید کرد. این‌ها چند مثال ساده از زندگی کیهانی ماست. نمی‌شود عالم ستاره‌ها را از زندگی روزمرهٔ ما بر روی زمین جدا کرد. علم نجوم امروزه به دنبال پاسخ برخی از بنیادی‌ترین پرسش‌های



تاریخ نجوم

امروزه کاوشگرها به دنیاهایی ورای زمین سفر می‌کنند، تلسکوپ‌های غول‌پیکر میلیاردها سال نوری در اعماق کیهان نفوذ می‌کنند، ستاره‌شناسان به کمک روش‌هایی از یک باریکهٔ کم‌سوی نور شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی ستاره‌های دوردست را به‌دست می‌آورند و کیهان‌شناسان ابتدای پیدایش عالم را شبیه‌سازی و آیندهٔ کهکشان‌ها را بر اساس مدل‌های علمی پیش‌بینی می‌کنند. تمام این دستاوردهای شگفت ستاره‌شناسی که ریشه در تلاش‌های منجمان بزرگ در طول تاریخ دارد، پله‌ای بلند از نردبانی است که هزاران سال پیش با نخستین کنجکاوی‌های انسان در آسمان شب بنا شده است. ستاره‌شناسی اولیه با باورها و اسطوره‌های کهن شکل گرفت. دلیل پدیده‌های سماوی حیرت‌انگیز، خدایانی در آسمان دانسته می‌شد که قدرت افلاک را در دست داشتند، و پیشگویانی که از راز آن‌ها سر در می‌آوردند، به طالع‌بینی می‌پرداختند. به‌مرور، ستاره‌شناسی علمی مسیر خود را از اختربینی جدا کرد و رصدهای دقیق، روش‌های ریاضی، ابزارهای علمی و قوانین فیزیک به پایه‌های اصلی نجوم بدل شد.

نجوم در دوران باستان

نجوم در مصر باستان

آنچه از برخی نقاشی‌های دیواری در معابد و هرم‌های مصر برجای مانده، نشان‌دهنده آن است که کاهنان یا روحانیان مصری، رصدگران دقیقی بودند که برای پادشاه و جهت پیشگویی رویدادها، به رصد می‌پرداختند. آن‌ها زمان طغیان رود نیل را با طلوع صبح‌گاهی ستاره شباهنگ هم‌زمان می‌دانستند؛ زیرا در آن هنگام، نیمه تابستان و فصل خشک به پایان می‌رسید. هرم بزرگ جیزه، که ساخت آن ۴۸۰۰ سال پیش شروع شد، تونلی دارد که از محل آرامگاه مرکزی هرم شروع می‌شود و رو به ستاره قطبی آن زمان (ستاره ثعبان در صورت فلکی اژدها)، امتداد می‌یابد.



در هرم بزرگ جیزه، تونلی یافت شده که ۴۸۰۰ سال پیش در امتداد ستاره قطبی ساخته شده است.



ارسطو معتقد بود زمین در مرکز هستی قرار دارد و گرداگرد آن را فلک‌هایی بی‌تغییر و لایه‌لایه احاطه کرده‌اند که سیاره‌ها روی آن‌ها جابجا می‌شوند.



بی‌گمان توجه انسان به آسمان شب، خورشید و ماه، از هزاران سال پیش و حتی در دوران غارنشینی آغاز شده است. اما از زمانی که انسان دشت‌نشین و کشاورزپیشه شد، به تقویم نیاز پیدا کرد و دانش نجوم از همان دوره پا گرفت. انسان برای زمان‌سنجی، به رصد اهله ماه پرداخت و صورت‌های فلکی را ابداع کرد تا نشان‌دهنده محل خورشید در آغاز فصل‌های سال باشند. کم‌کم، با توجه بیشتر به آسمان، صورت‌های فلکی بیشتری ابداع شد و پدیده‌های آسمان مورد توجه نخستین ستاره‌شناسان باستان قرار گرفت. نقش روی سفال‌ها و مهرهای قدیمی حاکی از آن است که دست کم از حدود ۶ هزار سال پیش، برخی صورت‌های فلکی منطقه البروج در میان‌رودان (شامل جنوب غرب ایران)، شناخته شده بود. در ساختار هرم‌های بزرگ مصر، که حدود ۵ هزار سال پیش بنا شده‌اند، نشانه‌هایی از توجه عمیق به آسمان دیده می‌شود. در هزاره سوم پیش از میلاد، اقوام آمریکای مرکزی رصدگران دقیقی بودند و در همان دوره، در بابل و امپراتوری هخامنشی، نجوم در اوج شکوفایی قرار داشت. با رشد علم در یونان باستان، بیش از دوهزار سال پیش دوره جدیدی از ستاره‌شناسی آغاز شد. از حدود یک هزاره پیش، در دوره شکوفایی علم در جامعه مسلمانان، بسیاری از منجمان ایرانی و عرب به تحقیق در نجوم، ساخت ابزار نجومی و رصدخانه و ارائه جداول دقیق نجومی پرداختند. دانش این دوره، انقلاب نجوم کوپرنیکی در اروپا را پایه‌گذاری کرد.



رصدگران بابل

روی دو لوح گلی پخته، مربوط به تمدن بابلی در حدود ۷۰۰ سال پیش از میلاد، که در عراق امروز یافت شده، اطلاعات کاملی از حرکت ستاره‌ها و سیاره‌ها ثبت شده است. فهرستی از ستاره‌ها و صورت‌های فلکی شناخته‌شده آن زمان، نشانه روشنی از وجود پشتوانه‌ای بسیار غنی از رصد آسمان به همت بابلی‌هاست. برخی از این صور فلکی تا این روزگار حفظ شده و به دست ما رسیده است. بابلی‌ها میراث بزرگ دیگری نیز در تاریخ نجوم دارند و آن تقسیم سال به ۳۶۰ روز است. با ظهور امپراتوری هخامنشی و گسترش آن به بابل، مغان ایرانی نیز که منجمانی توانا بودند، به رصدگران بابلی پیوستند و دوره شکوفایی نجوم در منطقه فرارسید.



کتیبه‌ای با قدمت بیش از ۲ هزار سال از بابل که به ظهور دنباله‌داری اشاره کرده که همان دنباله‌دار دوره‌ای هالی است.

بطلمیوس، از منجمان دوران باستان و نویسنده کتاب مجسطی

تحول یونانی

در اواسط هزاره اول پیش از میلاد، با رشد تمدن یونانی و انتقال تدریجی دانش مصر و میان‌رودان و ایران به آنجا، دانش دوران باستان به تحولی بزرگ رسید. برخلاف بابلی‌ها، که نجوم را بیشتر برای کاربرد آن در پیشگویی آینده (اختربینی) مطالعه می‌کردند، یونانیان در پی یافتن اصول کلی و قوانین فیزیکی حاکم بر حرکت‌های عالم بودند. به همین سبب، آنان فلسفه را با علم درآمیختند. ارسطو در قرن چهارم پیش از میلاد، نظامی برای کارکرد جهان و پدیده‌های آن بیان کرد که بر پایه افلاکی بی‌تغییر و لایه‌لایه بر گرد زمین بود. اَبَرخُس در قرن دوم پیش از میلاد، فهرستی از ۸۵۰ ستاره رصدشده ارائه داد و نخستین ستاره‌ها را بر اساس روشنایی مرتب کرد که مبنای دستگاه قدرسنجی ستاره‌ها در نجوم شد. حدود سیصد سال بعد، در قرن دوم میلادی، منجم مصری - یونانی به نام بطلمیوس، مهم‌ترین کتاب نجوم دوران باستان را نوشت. این کتاب که کتاب مجسطی نام دارد، قرن‌ها منبع اصلی منجمان به‌شمار می‌رفت. الگوی سیاره‌ای بطلمیوس نیز تا دوران کوپرنیک، یعنی برای ۱۴ قرن، مبنای اصلی ستاره‌شناسان بود.





نجوم در ایران باستان

متن‌های باقی‌مانده از دوران کهن ایران، از نوعی دانش ستاره‌شناسی در این زمان نشان دارد. گذشته از برخی افسانه‌های کهن در متونی مانند شاهنامهٔ فردوسی، که به برخی ابزارهای رصدی پیشرفته نظیر جام جمشید اشاره دارند، می‌توان در بسیاری از متون مقدس تاریخی در این زمینه نشانه‌های آشکاری یافت. در فصل یَشت‌های اَوستا و به‌ویژه در فصل تیشترِیشت، علاوه بر ارائهٔ مدلی از تقسیم‌بندی ستاره‌ها و سیاره‌ها، به برخی پدیده‌ها مانند بارش‌های شهابی نیز اشاره شده است.

وجود بناهایی مانند تخت تاقدیس (احتمالاً نخستین آسمان‌نما در جهان)، امروزه از مرز افسانه خارج شده است و پژوهش‌های باستان‌شناختی زیادی دربارهٔ آن‌ها صورت می‌گیرد. از سوی دیگر، بخشی از سنت نجوم دوران باستانی ایران، مربوط به امپراتوری هخامنشی و پس از فتح بابل به‌دست ایرانیان است، که در ردهٔ دستاوردهای نجوم بابل طبقه‌بندی شده است. در این دورهٔ ایرانی – بابلی، افرادی مانند نبوریمانی به فعالیت پرداختند که توانستند مطالعات دقیقی دربارهٔ طول سال و محاسبهٔ چرخهٔ گرفت‌ها انجام دهند. ضمن اینکه به سبب باورهای آیینی، بعضی از بناهای مذهبی کاربری نجومی یا دست کم تقویمی داشتند و طبقات بالای روحانیان باید دانش کاملی از ستاره‌شناسی می‌داشتند، و همهٔ این‌ها بخشی از اسرارِ هنوز کاوش‌نشدهٔ تمدن‌های باستانی این منطقه از جهان است.

زیگورات‌های سنگی، مانند این بنا در مکزیک، رصدگاه‌های کهن آمریکای مرکزی بودند.



بنای ۳۲۰۰ سالهٔ زیگورات چغازنبیل در نزدیکی شوش (خوزستان). برخی محققان عقیده دارند کاهنان دوران باستان، از فراز این زیگورات‌ها آسمان را رصد می‌کردند.



یک نقشهٔ آسمان از منجمان قدیم چین

نجوم چینی

سنت ستاره‌شناسی چین، به هزارهٔ دوم پیش از میلاد می‌رسد و امروزه کمتر از آن صحبت می‌شود. اما نجوم در چین پشتوانهٔ قوی و اسناد بسیار محکمی دارد. در چین باستان، محاسبات دقیقی از دوره‌های گرفت خورشید و ماه انجام می‌شد و چینی‌ها از صورت‌های فلکی ویژهٔ خود استفاده می‌کردند. رسم نقشه‌های دقیق از ستاره‌ها، یکی دیگر از پیش‌گامی‌های چینیان به‌شمار می‌رود؛ به همین دلیل، یکی از قدیمی‌ترین نقشه‌های چاپی از ستاره‌ها به نام سوسانگ، متعلق به چینیان و مربوط به سال‌های حدود ۱۰۹۲ میلادی است. چینیان در رصد و ثبت دنباله‌دارها و جرم‌های نوظهور آسمان، پیشینه‌ای طولانی داشتند و یکی از دقیق‌ترین ثبت‌ها از ابرنواختر ۱۰۵۴ میلادی در صورت فلکی ثور را انجام دادند؛ ابرنواختری که امروزه بقایای آن در قالب سحابی خرچنگ شناخته می‌شود. به‌علاوه، آنان رصدخانهٔ تاریخی پکن را بر مبنای طرح رصدخانهٔ مراغه بنا نهادند و ابزارهای نجومی بسیاری مانند کرهٔ سماوی ساختند که در طول تاریخ نجوم چین، تحول فراوان یافت.

نجوم در آمریکای مرکزی

یکی از بارزترین ویژگی‌های تمدن‌های بومی آمریکای شمالی و آمریکای مرکزی، توجه و وابستگی آن‌ها به جهان ستارگان است. بسیاری از این اقوام، مانند سرخ‌پوستان اینکا، شاه خود را فرزند خورشید می‌دانستند و معمولاً در ساخت بناها و عبادتگاه‌های خود جهت‌گیری‌های نجومی را رعایت می‌کردند. آن‌ها به رصد دقیق سیارهٔ زهره نیز می‌پرداختند. تقویم پیچیدهٔ مایاها و بناهای مبتنی بر دیدگاه آن‌ها از ستاره‌ها، نمونه‌هایی از دستاوردهای این سرخ‌پوستان به‌شمار می‌رود که جلوه‌ای از آن‌ها را می‌توان در اساطیر این منطقه یافت. بناهایی مانند هرم چچن‌یتزا در مکزیک، از جمله بناهای دارای کاربرد نجومی است.



منجمان ایرانی در دوره اسلامی

در تاریخ کلاسیک چنین روایت می‌شود که ایرانیان و مسلمانان، فقط مترجمان آثار یونانی به‌شمار می‌روند که این آثار را در قرون وسطی حفظ کردند و آن را به اروپاییان بازگرداندند. اما واقعیت خلاف آن است و باید دانشمندان دوره اسلامی را دانشمندانی مبتکر و خلاق دانست که در کنار ترجمه، در پیشبرد دانش ستاره‌شناسی به موفقیت‌های قابل توجهی دست یافتند. وابستگی بسیاری از شعایر دینی مسلمانان به محاسبات نجومی، باعث رشد حیرت‌انگیز نجوم و ابزارهای کاربردی، از قبیل اسطرلاب و ساعت آفتابی در بین آنان شد و رصدخانه را به جهانیان معرفی کرد. سنت زیج‌نویسی، که از پیش از اسلام آغاز شده بود، در این دوره به اوج رسید و زیج‌های جدید و کارآمدی تألیف شد که هنوز از ارزش‌های فراوانی برخوردار است (زیج، جداول نجومی و حاصل سال‌ها رصد و محاسبه است که مانند تقویمی برای پیش‌بینی وضعیت ماه، خورشید و سیاره‌ها به‌کار می‌رفت).

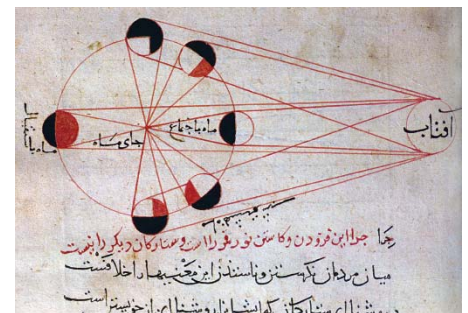
برخی منجمان مشهور دوره اسلامی

عبدالرحمن صوفی رازی (۳۷۶-۴۹۱ ق.م): وی دانشمند بزرگ ایرانی قرن چهارم هجری در زمان آل‌بویه بود. او فهرست ستارگان کتاب مجسطی بطلمیوس را اصلاح کرد و توانست صور فلکی جدیدی مانند صورت فلکی ققنوس را در آسمان شناسایی کند. او از نخستین منجمانی بود که به ماهیت متفاوت برخی جرم‌های سماوی پی برد و آن‌ها را سحابی نامید. از او فهرستی از ۹ جرم غیر ستاره‌ای برجای مانده که کهکشان ام‌السلسله یا آندرومدا از معروف‌ترین جرم‌های این مجموعه است. عبدالرحمن نخستین بار به ابر بزرگ ماژلان اشاره کرد. اثر بزرگ او، صورالکواکب، قرن‌ها از منابع اصلی منجمان در شناخت آسمان و تعیین جایگاه ستاره‌ها بود. عبدالرحمن مدتی تحت حمایت ابوالفضل بن‌عمید در اصفهان و سپس در دربار عضدالدوله دیلمی در شیراز فعالیت می‌کرد.



کتاب صور الکواکب نوشته صوفی رازی

ابوریحان بیرونی (۴۴۲-۳۶۳ ق.م): دانشمند جامع‌الاطرافی که در خوارزم زاده شد و هم‌عصر دانشمندانی چون ابوالوفای بوزجانی و ابوعلی سینا بود و بیشتر آثارش در حوزه نجوم و ریاضیات است. او روش جدیدی برای اندازه‌گیری شعاع زمین ارائه کرد که بسیار به روش‌های علمی امروز نزدیک است. ابوریحان همراه با ابوالوفای بوزجانی، با رصد هم‌زمان یک ماه گرفتگی، به تعیین تفاوت طول جغرافیایی دو منطقه متفاوت بغداد و کاث (در جمهوری ازبکستان کنونی) دست زد و برای افزایش دقت رؤیت هلال ماه و جهت‌یابی، چند ابزار نجومی ابداع کرد. در میان آثار بیرونی می‌توان به التفهیم (کتابی در زمینه آموزش نجوم و ریاضیات برای نوجوانان) و قانون مسعودی (دایرةالمعارفی از دانش نجوم دوره اسلامی) اشاره کرد.

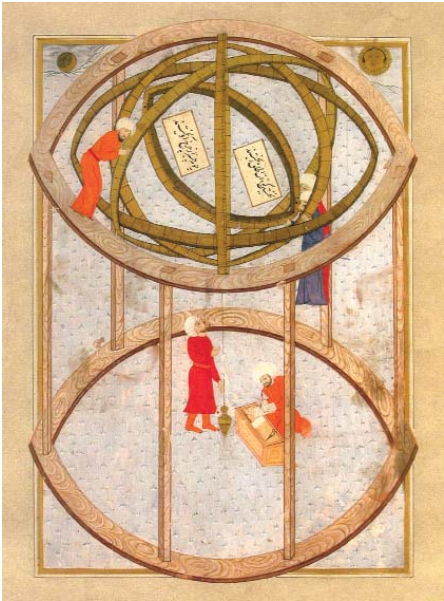


طرحی از ابوریحان بیرونی که چگونگی اهله ماه را توضیح می‌دهد.

خواجه نصیرالدین توسی (۶۷۳-۵۹۸ ق.م): این ریاضی‌دان و ستاره‌شناس شهیر ایرانی، در قرن هفتم هجری می‌زیست. او را باید یکی از پیش‌گامان علمی زمان خود به‌شمار آورد که در تحلیل حرکت سیاره‌ها، مکتب جدیدی بنا نهاد. خواجه نصیر توسی توانست حمایت لازم را برای ساخت رصدخانه مراغه جلب کند و یکی از بزرگ‌ترین مراکز علمی جهان را بنیان نهد که از رصدخانه پکن گرفته تا رصدخانه تیکو در اروپا، از آن الگوبرداری شد. او نظریه‌ای را مطرح کرد که به همراه توضیحات و نوشته‌های تکمیلی شاگردان و همکارانش، به مکتبی در نجوم تبدیل شد که به مکتب مراغه معروف است و از آن به عنوان دوره پیش از کوپرنیک نیز یاد می‌شود. توسی با درک مشکلات نظریه بطلمیوسی حاکم بر دیدگاه فکری آن زمان، نظریه‌ای درباره حرکت سیاره‌ها در منظومه شمسی مطرح کرد که از مدل زمین‌مرکزی دور می‌شد و یک گام تا نظریه خورشیدمرکزی فاصله داشت. این نظریه، که به جفت توسی معروف است، مرکزیت حرکت را از زمین می‌گرفت. دیگر دانشمندان مکتب مراغه نیز نقدهایی جدی بر روش بطلمیوس وارد کردند. نظریه جفت توسی به یونانی ترجمه شده بود و در کتاب‌خانه واتیکان نگهداری می‌شد؛ جایی که کوپرنیک مدت‌ها وقت خود را صرف مطالعه و گردآوری اطلاعاتی کرد که بر مبنای آن‌ها، طرح خورشیدمرکزی خود را تدوین کرد. مهم‌ترین ابداع نصیرالدین توسی در حوزه نجوم نظری بود. از دید نجوم بطلمیوسی همه حرکات سماوی باید مستدیر و یکنواخت باشند؛ اما منجمان دوره اسلامی در بعضی موارد این اصل را با مشاهدات خود در تناقض می‌دیدند. طوسی این تناقض را در توصیف حرکات ماه با ابداع اصل «صغیر و کبیر» که بعدها به «جفت توسی» مشهور شد، حل کرد. این اصل به آثار سانسکریت و یونانی راه یافت و بر منجمان دوره نوزایی اروپا به ویژه کوپرنیک تأثیر گذاشت.



خواجه نصیرالدین توسی



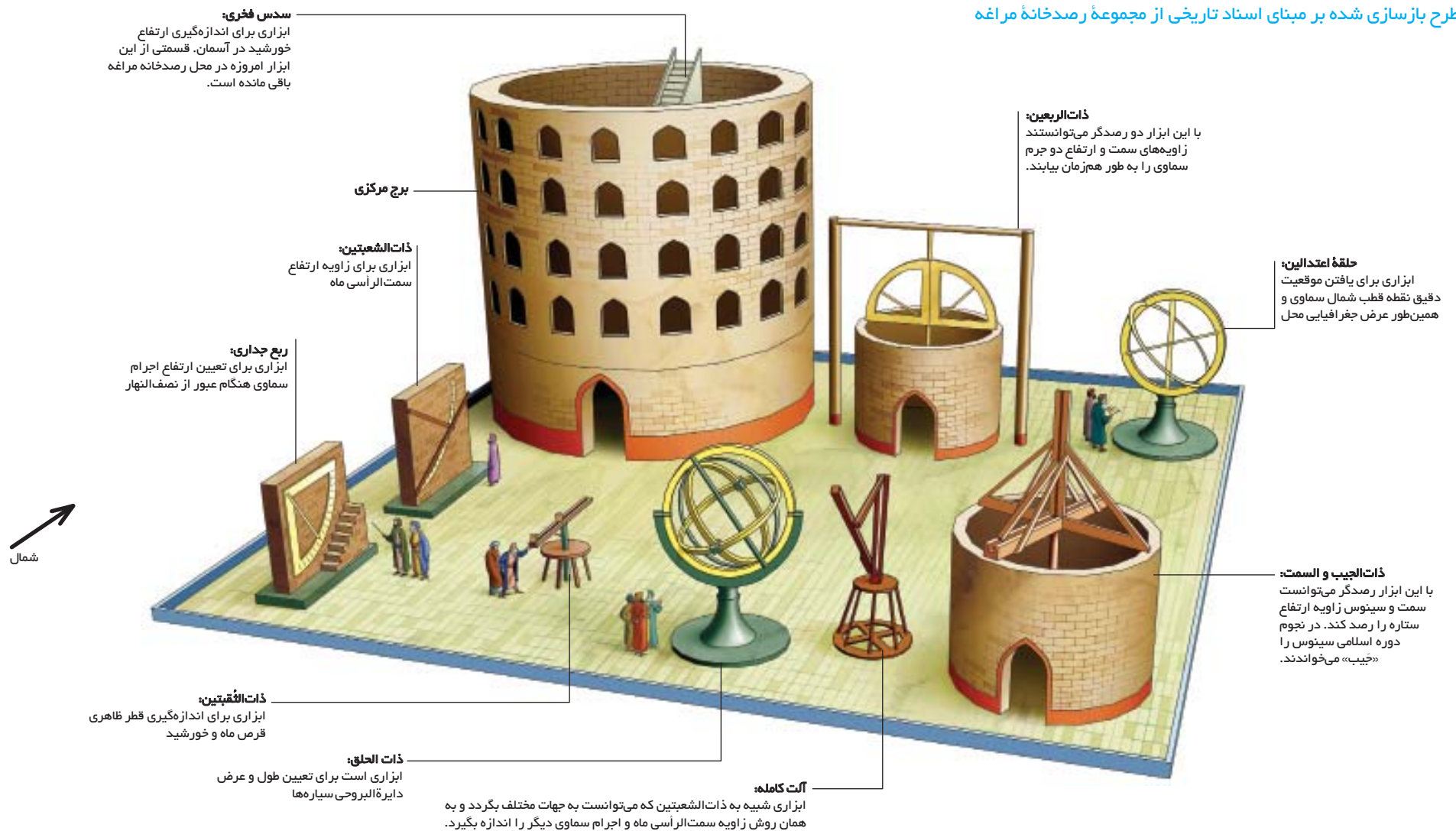
یکی از رصدخانه‌های دوران نجوم اسلامی



غیاث‌الدین جمشید کاشانی

غیاث‌الدین جمشید کاشانی (درگذشت ۸۳۲ ق.م): ریاضی‌دان و ستاره‌شناس قرن نهم هجری که او را یکی از نوابع تاریخ ریاضیات می‌دانند. او عدد پی را به دقیق‌ترین صورت از طریق چندضلعی‌های محاط بر دایره حساب کرد و مسئولیت رصدخانه‌ای را در سمرقند بر عهده گرفت. زیج خاقانی را نیز تدوین کرد و محاسبات بسیاری در نجوم و ساخت ابزارهای نجومی انجام داد و پیشرفت‌های بسیاری در علم مثلثات به‌دست آورد. وی سینوس زاویه یک درجه را از طریق روش «تکرار» و حل نوعی معادله درجه سوم به‌دست آورد. کاشانی علاوه بر تألیف زیج خاقانی در تهیه زیج الُعبیگ نیز همکاری بسیار اثرگذاری داشت. رساله مفتاح الحساب او را برخی از محققان مهم‌ترین رساله در زمینه حساب در دوره اسلامی می‌دانند.

طرح بازسازی شده بر مبنای اسناد تاریخی از مجموعه رصدخانه مراغه



مراغه، اوج نجوم اسلامی

در بین فعالیت‌هایی که منجمان مسلمان داشتند، باید تأسیس رصدخانه مراغه را نقطه عطفی دانست که نه تنها محیطی علمی را در اختیار ستاره‌شناسان مسلمان قرار داد، بلکه باعث گسترش تفکر ساخت چنین رصدخانه‌هایی در نقاط گوناگون جهان شد. از سوی دیگر، مکتبی را در نجوم به ثمر رساند که به مکتب مراغه معروف شد و یکی از ویژگی‌های آن نقدهایی بود که به دستگاه نجوم بطلمیوسی وارد می‌کرد. این رصدخانه در قرن هفتم هجری، به همت خواجه نصیرالدین توسی ساخته شد و دانشمندان نامداری چون قطب‌الدین شیرازی، مؤیدالدین عرضی، محی‌الدین مغربی و ستاره‌شناسی چینی به نام فائو مون جی در آن گرد آمدند. ستاره‌شناسان چینی، پس از آن در سلسله یوان و به دستور قوبلای‌خان، رصدخانه مدرن گائوچنگ را تکمیل کردند.

رصدخانه سمرقند

در قرن نهم هجری که بحث درباره مدل‌های سیاره‌ای مکتب مراغه بالا گرفته بود، الغ‌بیگ، پادشاه دانشمند متولد سلطانیة زنجان، به تأسیس رصدخانه دیگری در سمرقند دست زد. او برای این کار، جمعی از بهترین دانشمندان زمان خود را گرد آورد که در رأس آن‌ها چهره تابان دانش ریاضیات و نجوم ایران، غیاث‌الدین جمشید کاشانی قرار داشت. او، که پیش از آن زیچ خاقانی را تدوین کرده بود، در این رصدخانه در زمینه تدوین زیچ الغ‌بیگ همکاری کرد که یکی از مهم‌ترین زیچ‌های نجوم دوره اسلامی است.

تحول خورشید مرکزی

در دوران کهن باور عمومی درباره جایگاه زمین در کیهان این بود که زمین مرکز این جهان است. هم ستاره‌شناسان و هم مردم عادی از این باور حمایت می‌کردند؛ زیرا زمین را جایگاهی مقدس می‌پنداشتند که شأن آن غیر از این نبود. بطلمیوس نظریه زمین‌مرکزی را که توسط ارسطو ابداع شده بود توسعه داد و مدل او قرن‌ها پذیرفته ماند. اما منجمان مسلمان، از جمله نصیرالدین توسی، در آن ایرادهایی یافتند. سرانجام، در اوایل قرن شانزدهم میلادی، فرصت تغییر این باور اشتباه به دست نیکولاس کوپرنیک، کشیش و منجم لهستانی، افتاد. او خورشید را مرکز دانست و زمین و دیگر سیاره‌ها را دور آن ترسیم کرد. اما نظریه خورشیدمرکزی آن‌قدر مخالف داشت که به سال‌ها رصد ستاره‌شناسان نیاز بود تا پذیرفته شود. در نیمه دوم همان قرن، منجم دانمارکی، تیکو براهه، که خود در ابتدا به فلسفه ارسطویی و مدل زمین‌مرکزی معتقد بود، رصدهایی انجام داد که این اصول را رد کرد. او در سال ۱۵۷۲، ستاره جدیدی را در صورت فلکی ذات‌الکرسی دید که امروز می‌دانیم یک ابرنواختر (حاصل یک انفجار ستاره‌ای) بوده است. تغییر در افلاک که بنا بر فلسفه ارسطویی ابدی و تغییرناپذیرند، براهه را متحیر کرده بود. سپس در ۱۵۷۷ دنباله‌دار پرنوری ظاهر شد که براهه مدار آن‌را در چند فلک متفاوت سیاره‌ای دنبال کرد؛ پدیده‌ای که مدل زمین‌مرکزی را مورد تردید قرار می‌داد. در اوایل قرن هفدهم، یوهان کپلر، که دستیار براهه و میراث‌دار سال‌ها رصد او بود، قوانین سه‌گانه حرکت سیاره‌ها را بر پایه مدل خورشید مرکزی و مدارهای بیضوی به دور خود ارائه داد که در نجوم امروز، اصولی پذیرفته شده‌اند. در همان سال‌ها، ورود تلسکوپ به دنیای نجوم چشمان گالیله را به روی عجایب تازه‌ای گشود که نظریه خورشیدمرکزی را تأیید می‌کرد.

تاریخچه ابزارهای نجومی

از دوره‌ای که انسان با چشم آسمان را می‌کاوید، تا امروز که مجموعه‌ای حیرت‌انگیز از تلسکوپ‌های غول‌پیکر در فضا و زمین آسمان را زیر نظر دارند، راه درازی طی شده است؛ راهی که چندین هزار سال پیش با رصدخانه‌های سنگی یا دستگاه‌های تقویم‌شناس تمدن‌های نخست آغاز شد. این آرایه‌های سنگی در مصر، اروپا (به‌خصوص بریتانیا) و آمریکای مرکزی شناسایی شده‌اند. در دوره شکوفایی نجوم در میان‌رودان، رصدگران آسمان، ابزارها و بناهای دیگری ساختند. اما ابزارهای اولیه، در دوره نجوم اسلامی به ابزارهایی بسیار دقیق تبدیل شدند که نهایت دقت را در رصد با چشم غیر مسلح امکان‌پذیر می‌ساختند. قرن‌ها بعد، انقلاب عصر تلسکوپ آغاز شد و این ابزار نو، خیلی زود روند تکامل خود را به سمت تلسکوپ‌های گوناگون و غول‌آسایی طی کرد که امروز در کوهستان‌های زمین مستقر شده‌اند.



استون هنج، آرایه‌ای ۵ هزار ساله از سنگ‌های عظیم در بریتانیا

رصدخانه‌های سنگی

استون‌هنج، دایره‌هایی از سنگ‌های عظیم است که حدود ۵ هزار سال پیش، به دست اقوامی در جنوب جزیره بریتانیا به محل منتقل و برافراشته شد. آن‌ها با نگاه کردن به خورشید، ماه و ستاره‌ها از میان این سنگ‌ها، زمان شروع و پایان فصل‌ها را یافتند و تقویمی مطلوب برای نیازهای روزمره و آیینی خود به‌دست آوردند و شاید توانایی پیش‌بینی برخی پدیده‌های نجومی را نیز کسب کردند. این بنا کهن‌ترین رصدخانه باستانی با عظمت است.

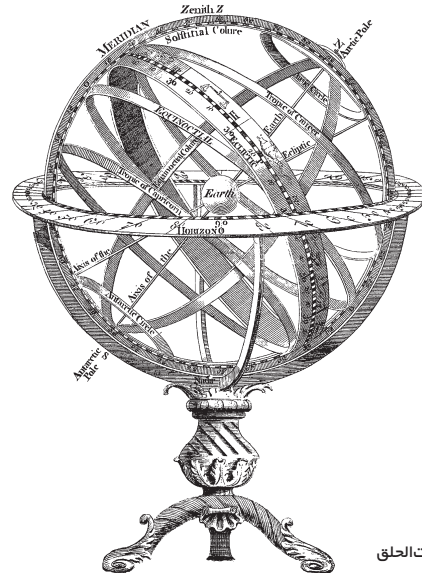
برخی ابزارهای منجمان مسلمان

اسطرلاب: با آنکه اسطرلاب برای نامیدن مجموعه‌ای از ابزارهای رصدی گوناگون به‌کار رفته، آنچه امروزه به این نام مشهور شده، نوع خاصی از اسطرلاب به نام اسطرلاب مسطح است. کلمه اسطرلاب ترکیب دو واژه یونانی و به معنی «ستاره گرفتن» است. مخترع این ابزار به‌درستی معلوم نیست. برخی آن‌را به ایرانیان باستان نسبت می‌دهند و جام جمشید را نوعی اسطرلاب تصور می‌کنند و برخی اَبْرَحُس یا بطلمیوس را مبدع آن می‌دانند (قدیمی‌ترین ابزار اسطرلاب‌مانند یافت شده متعلق به بیش از ۲ هزار سال پیش در یونان است). اما آنچه مسلم است، این ابزار در تمدن اسلامی رونق و پیشرفت بی‌نظیری پیدا کرد و محاسبات آن پیچیده‌تر و دقت آن افزون‌تر شد. اسطرلاب شامل قرص‌هایی چرخان و متصل به هم است که موقعیت ستاره‌ها، سیاره‌ها، ماه و خورشید را در زمان‌های متفاوت سال نشان می‌دهد، و یا با نشانه‌روی به ستاره‌ای خاص، می‌تواند زمان محلی را تعیین کند.

رُبعِ جِداری یا رُبعِ دیواری: ربع دیواری، که آن‌را لینه نیز می‌نامند، یکی از ابزارهای اصلی رصدخانه‌های غیر اپتیک باستانی بود و ابزار اصلی رصدخانه مراغه نیز به‌شمار می‌رفت. این ابزار، کمانی برابر یک‌چهارم دایره است. بر اساس نوشته‌های یکی از منجمان رصدخانه مراغه، شعاع دایره ربع دیواری مراغه حدود ۲۵ متر بود. این ربع دایره، منطبق بر نصف‌النهار ناظر، در امتداد شمال – جنوب قرار می‌گرفت و به کمک ابزارهای جنبی این امکان را فراهم می‌آورد که مختصات ستاره هنگام عبور از نصف‌النهار ناظر به‌دقت ثبت شود.



گالیله با تلسکوپ کوچک خود اثر عمیقی بر علم نجوم گذاشت.



ذات‌الحلق

ذات‌الحلق: ذات‌الحلق، ابزاری نجومی است که برای ثبت موقعیت تقریبی اجرام سماوی به‌کار می‌رفته است. این ابزار از چند حلقه تشکیل می‌شد و در رصدخانه مراغه یکی از اصلی‌ترین ابزارها به‌شمار می‌رفت که در کنار دیگر ابزارها مانند حلقه انقلابین، حلقه اعتدالین، ذات‌الربعین، ذات‌الثقبین و... کارآیی داشت.



اسطرلاب



تصویری از یک دست‌نوشته فارسی از قرن نهم هجری از رصدخانه خواجه نصیرالدین طوسی در مراغه که منجمان را در حال کار و تدریس با اسطرلاب نشان می‌دهد. به اسطرلابی که به دیوار آویخته شده است، توجه کنید.

جانتار مانتار

جانتار مانتارها یا رصدخانه‌های باستانی، در نقاط گوناگون هندوستان بنا شده‌اند و هنوز آثار آن‌ها باقی است. این مجموعه بناهای نجومی، به منظوره‌ای گوناگون و بیشتر جهت محاسبه تاریخ و زمان و هم‌چنین اختربینی ساخته شده بودند. یکی از معروف‌ترین جانتار مانتارها، که در اصل یانترا ماندیر تلفظ می‌شود، به‌همت مهاراجه جای‌سینگ دوم در جیپور بنا شد. این بنای متعلق به قرن هجدهم میلادی، ۱۴ ابزار سنگی بزرگ برای رصد سیاره‌ها، پیش‌بینی گرفت‌ها و تعیین زمان و تقویم داشت و با معماری ویژه‌ای در یک مجموعه گرد آمده بود. با آنکه این رصدخانه‌ها در دوره اختراع تلسکوپ ساخته شدند، کماکان از سبک رصدخانه‌های پیش از تلسکوپ و ابزارهایی مانند ابزارهای رصدخانه مراغه پیروی می‌کردند.



رصدخانه تیکو براهه در جزیره ون بر مبنای برخی ابزارهای رصدخانه مراغه ساخته شد.

اختراع تلسکوپ و پس از آن

با وجود نظریات دانشمندانی چون راجر بیکن در قرن سیزدهم میلادی، که در آن فکر استفاده از ترکیبی از عدسی‌ها برای دیدن جرم‌های دورتر مطرح شد، به‌نظر می‌رسد باید هانس لیپرشه عینک‌ساز آلمانی را نخستین کسی دانست که موفق به ساخت تلسکوپ واقعی شد، او این کار را در سال ۱۶۰۸ به انجام رساند. اخبار این اختراع به‌سرعت پراکنده شد و گالیله گزارش‌های آن‌را در سفری که سال بعد به ونیز داشت، شنید. گالیله تلسکوپ دست‌ساز خود را در سال ۱۶۰۹ ساخت و نخستین منجمی شد که با تلسکوپ آسمان را کاوید.

تلسکوپ غول‌پیکر ۱/۸ متری در قلعه محل زندگی لرد راس



تلسکوپ لُرد راس: ویلیام پارسون یا لُرد راس سوم (۱۸۶۷ – ۱۸۰۰) یکی از اشراف ثروت‌مند دوره خود بود. بلندپروازی‌های این فرد، او را به سمت ساخت تلسکوپ بازتابی غول‌پیکری سوق داد که حتی از تلسکوپ ویلیام هرشل معروف که چند دهه پیش‌تر اورانوس را کشف کرد، بزرگ‌تر باشد. او در سال ۱۸۴۵، در ایالت زیر حاکمیت خود در ایرلند و قلعه بیر، تلسکوپیی ساخت که آینه‌ای به قطر ۱/۸ متر با فاصله کانونی حدود ۱۶/۵ متر داشت.

صف مردم لس‌آنجلس که برای رصد آسمان با بزرگ‌ترین تلسکوپ جهان در اوایل قرن بیستم به کوهستان ویلسون رفته بودند.



رصدخانه تیکو

رصدخانه تاریخی جانتار مانتار در دهلی، هند

در قرن شانزدهم میلادی، فردریک دوم، پادشاه دانمارک و نورژ، هزینه ساخت دو مجموعه علمی را در اختیار تیکو براهه، ستاره‌شناس بزرگ دانمارکی، گذاشت: رصدخانه‌هایی به نام اورانیبورگ و استیرنبورگ که در جزیره ون بنا شدند. این رصدخانه‌ها نیز از رصدخانه‌های دوره اسلامی الگو گرفتند و مهم‌ترین ابزار آن‌ها یک رُبع جَداری دقیق و عظیم بود. بعدها تیکو به پراگ بازگشت و با پشتیبانی شاه رودلف دوم، رصدخانه‌ای در ۵۰ کیلومتری این شهر بنا کرد. اما بیشتر رصدهای اصلی تیکو در جزیره ون صورت گرفت و این رصدها سنگ بنایی شد تا در سال‌های بعد، دستیار او، کپلر، بر مبنای آن‌ها قوانین حرکت سیاره‌ها را مشخص کند.



تلسکوپ فضایی هابل

۱۹۲۳، نخستین ستاره متغیر قیفاووسی را در «سحابی ام‌اُم‌ال‌مسلسله یا آندرومدا» (M۳۱) کشف کرد و با یافتن تعداد بیشتری از این متغیرها، موفق شد نخستین بار در تاریخ، یکتا نبودن کهکشان راه شیری را ثابت کند. بسیاری از جرم‌هایی که پیش از مشاهدات هابل، سحابی و جرم‌های متعلق به راه شیری دانسته می‌شدند، کهکشان‌هایی مستقل و دوردست بودند. در دهه ۱۹۲۰، هابل متوجه دور شدن اغلب کهکشان‌ها از راه شیری شد و رابطه میان سرعت دور شدن کهکشان‌ها و فاصله آن‌ها از ما را یافت، که امروزه به قانون هابل مشهور است. این دو موضوع در سال‌های بعد نشان داد که کهان در حال انبساط است و این فرضیه را مطرح ساخت که جهان از نقطه اولیه‌ای به نام مه‌بانگ آغاز شده است. هابل روشی نیز برای طبقه‌بندی کهکشان‌ها ارائه داد که هنوز هم کاربرد دارد.

مونت ویلسون: پس از به سرانجام نرسیدن ساخت تلسکوپ‌های غول‌پیکر شکستی به سبب مشکلات عدسی‌های بزرگ، تلسکوپ‌های بازتابی بزرگ روزبه‌روز بهتر شدند. در سال‌های آغازین قرن بیستم، جرج الِری هیل، رؤیای خود برای ساخت بزرگ‌ترین تلسکوپ جهان را با حمایت دوست‌داران علم و منجمان دیگر عملی کرد و تلسکوپیی ۱/۵ متری در یکی از بهترین رصدگاه‌های ایالات متحده در کوه ویلسون نزدیک سواحل اقیانوس آرام در کالیفرنیا ساخته شد. مدتی بعد در همین مکان بنای تلسکوپ بزرگ‌تری با قطر دهانه ۲/۵ متر گذاشته شد، که ساخت آن در حدود یک دهه طول کشید و تا پیش از ساخت تلسکوپ ۵ متری پالومار به‌سرپرستی خود هیل، بزرگ‌ترین تلسکوپ جهان بود. این تلسکوپ‌های بزرگ در مونت ویلسون، دانش ستاره‌شناسی را متحول کردند.

ادوین هابل: (۱۹۵۳ – ۱۸۷۷)، پیش از آنکه به ستاره‌شناسی علاقه‌مند شود، حقوق‌دان بود و در سال ۱۹۱۹ به مونت ویلسون رفت. او در سال